

specifika utmaningar och behov som svarta kvinnor stod inför. Rörelsen klandrades alltså för att utforma kampen för kvinnliga rättigheter utifrån en föreställning om kvinnan som inte gjorde gruppens verkliga spännvidd rättvisa.

Här finns ett verkligt dilemma för sociala och politiska rörelser. Å ena sidan kan man inte driva standardiseringen för långt, eftersom man då riskerar att stöta bort tänkbara allierade. Å andra sidan är ett visst mått av enhetlighet nödvändigt för att något slags gemensam kamp ska kunna föras. Om varje individs särart ska erkännas och ges utrymme, riskerar man att inte se skogen för alla träd.

Karl Bergman

Vad är verkligt? Den olösta frågan om kvantfysikens mening

Adam Becker. Översättning: Daniel Helsing. Fackgranskning: Jonas Enander. Fri Tanke 2022. 402 s. ISBN 978-91-89139-71-8

Helgoland: Den relationella tolkningen av kvantfysiken

Carlo Rovelli. Översättning: Pär Svensson. Fackgranskning: Jonas Enander. Fri Tanke 2022. 235 s. ISBN 978-91-89139-36-7

Adam Beckers bok är mycket välskriven, lärorik och spännande. Den har huvudsakligen idéhistorisk karaktär och är speciellt inriktad mot frågan om hur kvantfysiken ska tolkas, det vill säga hur den matematiska formalismen kan kompletteras med en uppfattning om hur verkligheten är beskaffad.

Becker är fysiker, närmare bestämt kosmolog, men till skillnad från de flesta fysiker vet han också en del om filosofi. Han påpekar att äldre tiders fysiker som Einstein, Bohr och Schrödinger var filosofiskt bildade, vilket nutida fysiker normalt inte är. Becker anser att det är en allvarlig brist. Det gör bland annat att fysiker i allmänhet inte bryr sig om kvantfysikens tolkningsproblem – och att de till och med hindras och varnas för att ägna sig åt sådant.

Beckers förtrogenhet med hur tolkningsproblemen har hanterats verkar mycket gedigen. Utöver en litteraturlista på tretton sidor är boken baserad på en lång rad intervjuer, både med fysiker som Nobelpristagarna Roger Penrose (2020) och Alain Aspect, John Clauser och Anton Zeilinger (2022), och med framstående fysikinriktade filosofer som David Albert, Bas van Fraassen och Tim Maudlin. Han har också haft till-

gång till andras intervjuer, bland annat Thomas Kuhns intervjuer med Niels Bohr och Paul Dirac och flera intervjuer med David Bohm.

Han noterar att (en eller annan variant av) den så kallade Köpenhamnstolkningen, som särskilt förfäktades av Niels Bohr och Werner Heisenberg, fortfarande godtas av de flesta fysiker – trots att den enligt Beckers mening är hopplöst felaktig. Han påpekar att det numera finns flera alternativ till Köpenhamnstolkningen, inte bara de som förknippas med David Bohm (pilotvågsteorin) och Hugh Everett (flervärldsteorin). Däremot säger han ingenting alls om Carlo Rovellis ”relationella kvantteori” (som jag kommer till nedan), trots att den tycks ha haft viss framgång under de senaste decennierna.

En viktig orsak till att Köpenhamnstolkningen blev så dominerande var kanske att den store matematikern John von Neumann i en bok 1932 tycktes ha ett bevis för att den var det enda sättet att förstå kvantfysiken. Beviset var dock felaktigt, vilket redan 1935 påvisades av Grete Hermann, en tysk matematiker. Men eftersom hon var relativt okänd och dessutom kvinna uppmärksammades inte hennes resultat. Senare visade också John Bell att von Neumann hade fel.

Becker redogör utförligt för de problem som diskuterats allt sedan Einstein 1935 med ett tankeexperiment numera känt som EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) ifrågasatte kvantfysikens fullständighet. I ett EPR-experiment kan nämligen en mätning på en av två sammanflätade partiklar omedelbart avslöja tillståndet hos den andra på ett godtyckligt långt avstånd, vilket strider mot principen om ”lokalitet” och kan tyckas förutsätta någon påverkan av ”dolda variabler”. Einstein ville framför allt inte acceptera den ”spöklika avståndsverkan” som kvantfysiken innebär i sådana situationer.

Becker beskriver också det så kallade mätproblemet – som bland annat illustreras av Schrödingers katt – och går noggrant igenom John Bells teorem och problemet med kvantsammanflätning, som är centralt för 2022 års Nobelpris i fysik. Jag ska inte gå närmare in på detta. Jag tror inte att jag kan åstadkomma en helt begriplig sammanfattning. Det bästa jag kan göra är att hänvisa till Beckers bok, som är både relativt lättläst och, åtminstone för en icke-specialist, rätt övertygande.

John Bell konstruerade en variant av EPR-experimentet, som visade att det finns två alternativ: antingen gäller kvantteorin plus icke-lokalitet, eller också är kvantteorin felaktig och lokalitet kan gälla (”Bells teorem”). När detta senare testades i praktiken, speciellt av 2022 års Nobelpristagare, stödde resultaten det första alternativet.

Men icke-lokalitet tycks strida mot relativitetsteorin, som ju är allmänt godtagen. Det är oklart hur man ska hantera denna motsättning.

Det sägs ju ofta att relativitetsteorin och kvantfysiken inte riktigt går ihop. Problemet är väl helt enkelt att kvantfysiken är icke-lokal, medan lokalitet gäller i relativitetsteorin. Enligt kvantfysiken innebär den ”spöklika avståndsverkan” i att vissa händelser sker samtidigt även på mycket långt avstånd ifrån varandra, som i EPR-situationer – medan ”samtidigt” inte har någon objektiv mening i relativitetsteorin.

(Den svenska Vetenskapsakademien tycks ha missförstått detta i sin motivering för Nobelpriset i fysik 2022, något som bland annat filosofen Tim Maudlin påpekat i en intervju på Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=OduDEz77h9U>.)

Beckers bok har titeln ”Vad är verkligt?”. Det skapar förväntningar om mer allmänt filosofiska eller metafysiska lärdomar. Man skulle bland annat vilja veta vad världen består av och om kvantfysiken verkligen innebär att världen är indeterministisk, något som många tycks tro.

Men bokens fråga ges till sist inte några bestämda svar. Det vore också för mycket begärt. Problemet är ju inte löst. Man får emellertid lära sig en hel del om olika idéer som varit i svang.

De flesta fysiker anser enligt Becker att de objekt kvantfysiken beskriver inte finns i verkligheten (s. 16). Det är en svårsmält tes. Men enligt Louis de Broglie och Bohm finns partiklar även när de inte observeras. Det låter rimligt. Enligt Everett finns det en universell vågfunktion som hela tiden delar upp sig i fler och fler delar som inte interagerar med varandra (s. 147). Världen splittras upp i oändligt många världar. Det är återigen svårsmält. Man vet varken ut eller in. Men historien om allt detta är fascinerande.

* * *

Huvudtiteln på Carlo Rovellis bok, *Helgoland*, syftar på den ö i Nordsjön där Werner Heisenberg befann sig sommaren 1925, när han kom på sin grundläggande idé om kvantmekanikens matematik. Men boken handlar inte om denna ö. Den handlar framför allt om ”den relationella tolkningen av kvantfysiken” – som Rovelli själv tycks vara upphov till. Ett slags variant av Köpenhamnstolkningen, såvitt jag förstår. (Han skriver också om den i *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.)

Boken har också många idéhistoriska inslag, även om de är mer kortfattade och mindre sammanhängande än Beckers. Bland annat diskuteras motsättningen mellan Aleksandr Bogdanov och Vladimir Lenin

och dess koppling till Ernst Machs empiriokriticism. Även indisk filosofi berörs. Dessutom framförs kritik mot främst flervärldsteorin och dolda variabler.

Kvantteorin är enligt Rovelli "den bästa beskrivningen av naturen vi har idag" (s. 90). Att den är oerhört framgångsrik vad gäller förutsägelser och teknologiska tillämpningar är oomtvistat, men den är knappast någon "beskrivning av naturen". Det är ju just en sådan som saknas och som de olika "tolkningarna" av kvantteorin försöker bidra med.

Rovelli förespråkar alltså en nytolkning. Han menar – som t. ex. Bohm, men till skillnad från Bohr – att kvantteorin inte bara handlar om atomer och atomsystem, utan om samtliga objekt i universum. Alltså även om de observatörer som mäter egenskaper hos atomsystem och som brukar anses orsaka den kvantmekaniska vågfunktionens "kollaps". Enligt Rovelli räknas *varje* interaktion mellan två fysiska objekt (eller fysiska system) som en "observation" eller "mätning".

Men objektens egenskaper är *relativa* till andra objekt som de växelverkar med (s. 90–93). Den fysiska världen ska enligt Rovelli inte uppfattas som en samling objekt med givna egenskaper, utan som de *relationer* som råder mellan objekt. Därav namnet "den relationella tolkningen av kvantteorin". Ett objekts egenskaper finns bara i relation till andra objekt, och de kan vara olika relativt till olika objekt. "Verkligheten är det nätverk av interaktioner utanför vilket vi inte ens skulle förstå vad vi talade om" (s. 91). "Varje interaktion är en händelse och det är dessa obetydliga och kortlivade händelser som utgör verkligheten" (s. 96).

Att *vissa* egenskaper är relativa verkar klart. Ett föremåls hastighet är t. ex. relativ till någon referensram. Men att *alla* egenskaper är relativa, vilket Rovelli tycks mena, är svårbegripligt. Anta att något X har egenskapen E relativt till Y. Då har väl X den *icke-relativa* egenskapen att ha egenskapen E relativt till Y. Eller måste även den vara relativ, t. ex. till Z? Och så vidare i all oändlighet? Varför ska man tro det? Kanske menar Rovelli något speciellt med ordet "egenskap" som gör det hela begripligt. Men vad då, i så fall?

Detta är inte lätt att förstå. De relationer Rovelli talar om tycks vara en sorts obetydliga och kortlivade interaktioner (händelser) mellan något som inte finns – eller som bara "finns" i någon relativ mening. "Verkligheten, däribland vi själva, är bara en tunn och skör slöja bakom vilken det inte finns någonting" (s. 164).

Föremål sägs endast existera i relation till andra föremål (s. 100). Redan Heisenberg sa att föreställningen om en objektiv värld av objekt

som finns oberoende av våra observationer är omöjlig att upprätthålla. Vi måste ge upp föreställningen om en värld bestående av ting (s. 206).

Men samtidigt påstår Rovelli bland annat att "i varje atomkärna pågår ett helvetiskt kvantmekaniskt kraftspel, där kvarkar och gluoner virvlar omkring" och att "naturen följer alltid samma enkla lagar" (s. 197). Trots att "världen är probabilistisk" (s. 120). Hur går det ihop med att det inte finns några objekt, att egenskaper är relativa, och att det inte går att betrakta världen utifrån (s. 192)?

Den här idén, att det inte går att betrakta världen utifrån, innebär för övrigt enligt Rovelli att Thomas Nagels välkända fråga – "Hur känns det att vara en fladdermus?" – blir omöjlig eller vilseledande. "Misstaget är att anta att fysiken är en beskrivning av tingen i tredje person" (s. 192). Rovelli tycks tro att hans relationella kvantfysik kan bidra till att vi inte fastnar i "en radikal motsättning mellan materiens objektivitet och medvetandet" (s. 175).

Den relationella tolkningen av kvantfysiken bortförklarar också, enligt Rovelli, hur det Einstein kallade en "spöklik avståndsverkan" tycks förekomma mellan två sammanflätade partiklar i EPR-situationer. Enligt Rovelli uppkommer Einsteins fråga över huvud taget inte, eftersom det inte finns något fysiskt objekt relativt till vilket de båda partiklarna har sina egenskaper. Dessa egenskaper är nämligen relativa till olika objekt eller olika "observationer" (s. 109).

Men ett sådant påstående innebär väl att man "betraktar världen utifrån", vilket ju enligt Rovelli är omöjligt. Hans resonemang är underligt. Jag hänger inte med.

* * *

En idé som förekommer på ett väsentligt sätt i båda dessa böcker, men som är väldigt svårbegriplig, är idén om att något "finns". Vad betyder det?

Idén verkar mångtydig. När vi exempelvis säger att solen finns, att atomer finns, att mörk materia finns, att talet 2 finns, att oändligt många primtal finns, att Matteuspassionen finns, att Sherlock Holmes finns, eller att Gud finns – så varierar kanske betydelsen av ordet "finns" beroende på vad vi talar om. Sherlock Holmes tycks exempelvis "finnas" i en mening, men inte i en annan. (Liksom hans adress på Baker Street.)

Inom kvantfysiken talar man om att vågfunktionen finns, att många världar utöver vår egen finns (flervärldsteorin), att dolda variabler finns. Men de flesta fysiker tycks anse att de objekt kvantfysiken beskriver inte finns i verkligheten. Hur ska man ha det, egentligen?

Somliga fysiker menar att fysiken inte alls handlar om vad som finns i *verkligheten*, utan endast om vad som finns i våra *modeller* av verkligheten, vilket är något helt annat. Ska det tolkas som att kvantfysikaliska objekt finns i exempelvis samma mening som primtal eller Sherlock Holmes?

Det hela kompliceras av att våra vetenskapliga modeller enligt somliga finns i våra hjärnor, det vill säga som rent fysikaliska händelser eller processer – som väl i sin tur finns ”i verkligheten”?

Enligt en metafysisk doktrin som kallas ”fysikalism” är allt som finns fysikaliskt. Hur avgör man då vad som är ”fysikaliskt”? Antagligen bestäms det av vad akademiska fysiker faktiskt sysslar med. Eller vad deras modeller försöker avbilda. Men är det då dagens (och eventuellt tidigare) fysik som är avgörande eller ska man också räkna med allt som framtida fysiker kan komma att intressera sig för? I första fallet är fysikalismen rätt säkert falsk, i andra fallet är den väldigt oklar till sin innebörd.

De två böcker jag här har beskrivit ger oss inga svar på dessa frågor, trots att de handlar om vad som finns.

Lars Bergström

Förnuft och religion: Filosofiska undersökningar

Red. Mikael Stenmark, Karin Johannesson och Ulf Zackariasson

Artos & Norma bokförlag 2021. 549 s. ISBN 978-91-7777-168-5

Förnuft och religion: Filosofiska undersökningar är en antologi med texter av olika svenska religionsfilosofer. Syftet med boken är att ge en introduktion till religionsfilosofi och ge läsaren en inblick i den nyaste forskningen inom området. Boken vänder sig till studenter och en intresserad allmänhet. Vad jag förstår är denna publikation tänkt som kurslitteratur vid universitet och högskolor. Även om det är flera forskare som bidragit till boken, är den stora merparten av texterna skrivna av Mikael Stenmark, professor i religionsfilosofi vid Uppsala universitet.

Av utrymmeskäl kan jag inte behandla samtliga texter i denna omfångsrika antologi utan får nöja mig med att i huvudsak lyfta fram några idéer som kretsar kring frågan hur begreppet *religiös tro* skall förstås.

Vad betyder det att omfatta en religion såsom t.ex. kristendomen, judendomen, islam eller hinduismen? Låt oss för enkelhets skull begränsa oss till följande fråga: Vad betyder det att vara kristen och omfatta den kristna tron? Enligt Ingemar Hedenius, Sveriges kanske mest